

⑬ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭59—108374

⑤ Int. Cl.³
H 01 L 31/10

識別記号

庁内整理番号
7021—5F

④ 公開 昭和59年(1984) 6月22日

発明の数 1
審査請求 有

(全 6 頁)

④ 光電変換装置の作製方法

番21号株式会社半導体エネルギー研究所内

② 特 願 昭57—218811

⑦ 出 願 人 株式会社半導体エネルギー研究所

② 出 願 昭57(1982)12月14日

⑦ 発 明 者 山崎舜平

東京都世田谷区北烏山7丁目21番21号

東京都世田谷区北烏山7丁目21

明 細 書

1. 発明の名称

光電変換装置の作製方法

2. 特許請求の範囲

1. 透光性基板上に光照射により光起電力を発生する活性領域と、該活性領域に設けられた複数の光電変換セルを互いに連結する連結部と外部電極とを有する光電変換装置の作製方法において、透光性基板上に非活性領域に連結部を構成する第1のマスクを配置して選択的に透光性導電膜を有する第1の電極を前記活性領域に形成するとともに形成する工程と、光照射により光起電力を発生する非単結晶半導体を前記活性領域上に形成する工程と、前記非活性領域上に連結部を構成する第2のマスクを配置して選択的に第2の電極を互いに非単結晶半導体上に形成するとともに形成し、前記第1および第2の電極を互いに非活性領域の連結部にて連結せしめる工程と、前記活性領域の第1の電極、非単結晶半導体およ

(1)

び第2の電極をレーザ照射光によりスクライプすることにより複数の光電変換セルを分離する工程とを有せしめることにより、前記透光性基板の前記活性領域に複数の光電変換セルを前記非活性領域にて互いに連結して形成せしめることを特徴とする光電変換装置の作製方法。

2. 特許請求の範囲第1項において、レーザ光を透光性基板側より照射かつ走査せしめることにより、照射領域における第1の電極、非単結晶半導体および第2の電極を飛散せしめることによりレーザスクライプを行なうことを特徴とする光電変換装置の作製方法。

3. 発明の詳細な説明

この発明は、光電変換セルを透光性基板上に複数個配列して設けるハイブリッド型光電変換装置に関する。

この発明は、光電変換セル（以下単にセルという）を基板上に複合化するに關し、隣り合ったセル間の距離を肉眼では十分見分けられない300μ

(2)

以下とし、装置全体としての視覚的価値を上げることを目的としている。

このため本発明においては活性領域に設けられたセルにおける透光性基板上の第1の電極と、この電極上に光照射により光起電力を発生する非単結晶半導体と、該半導体上の第2の電極とのそれぞれを概略同一形状、概略同配置（セルフレジストレーション）構造とすることにより、複合化の合せ精度のズレによる製造上の歩留り低下をさせるとともに、このセルフレジストレーション（以下BGという）をレーザ光を用いたスクライブ方式によるため、各セル間を 300μ 以下（ 0.3mm 以下）好ましくは $30\sim 150\mu$ とすることができた。即ち第1の電極、半導体および第2の電極を形成してしまつた後、レーザ光を透光性基板側より照射して、これらすべてを同時に瞬時加熱気化除去してしまうものである。

このため、複合化に関して必要なマスクを高精度にそれぞれを合わせる必要がなく、最後にすべてを同時にBG法により形成してしまふことを特徴
(3)

基板(2)上の第1の電極の透光性導電膜(OTF)の(3)は各セル間で互いに分離されている。また半導体(4)は互いに連結している。また非活性領域においてセル(1)の上側電極はセル(1)の下側電極と連結部(12)で連結し、これをくりかえし5つのセルが外部電極(10,11)間にて直列接続をさせている。このセルの数、サイズは設計は残りよく決められる。

しかしこの従来構造は一見半導体(4)が基板であるため製造歩留りが高いように見える。しかし実際には3種類のマスクを用いるが、そのマスクにおいて第1のマスクと第3のマスクとがわずかもずれると（即ち金属マスクにおいては $1\sim 3\text{mm}$ のずれはごく当然である）第1図(5)の如き断面図が作られてしまふ。その結果(5)においては、12がセルであり、13がアイソレーション領域であるものが、(14)の12のセルと13のアイソレーションとなり、セルの面積が $20\sim 40\%$ も実質的に減少してしまうことが判明した。さらにマスクを用いるため、(14)のアイソレーション領域は $1\sim 2\text{mm}$ 例えば 1.5mm を有するため、セル巾を 10mm とする

(5)

としている。

従来非単結晶半導体即ちアモルファスシリコンを含む非単結晶シリコンを主成分としたPIN接合ヘテロ接合またはPINPIN・・・PIN接合と複数のPIN、PN接合を積層して設ける接合方式により光起電力を光照射により発生させんとしていた。しかしかかる接合を有する半導体の上下の電極は直列接続をするため、1つのセルの下側電極と隣りのセルの上側電極とを電気的に連結させなければならず、かつ各セル間は互いに電気的にアイソレートされていることを必要な条件としていた。

第1図は従来構造の代表的な例を示している。

第1図(A)は光電変換装置(30)を透光性基板(2)を下側にした背面よりみた平面図である。図面において光照射により光起電力を発生する活性領域(10)と各セル(1),(11)を連結する連結部(12)を有する非活性領域(13)とを有する。第1図(A)のA-A'、B-B'のため断面図を対応させて第1図(B),(C)に示してある。この(A),(B),(C)を対応させて明らかな如く、従来例においては、活性領域において各セル(1),(11)はガラス
(4)

時 2mm ずれるとするとセル巾(12)は 8mm となり、アイソレーション巾(13)は 3.5mm となり、 30% 近くも有効面積が減少してしまう。

このため上下の電極の組合せをセルフレジストレーション化することがその効率の向上のためにきわめて求められていた。

さらに第1図の従来例において、マスクは価格を下げるため金属マスクを配設し、選択的に電極(3),(6)をセル領域(12)の部分のみ形成させる方法を用いている。しかしかかる方法においては、マスクは $10\sim 30$ 回用いると、マスクの一方向のみに同じ金属膜が形成されるためストレスを受け、被形成面との密着性が欠け浮いてきてしまつた。その結果マスクと基板との間金属、OTFの(14)こみがおき、第1図(5)の如くこのまわりこみ(14)のため電気的絶縁分離（アイソレーション）が必要な部分において、隣りあつた各セルがショートまたはリークしてしまうことがわかつた。このためこの電極間の距離は広げる(14)こみがある $1\sim 2\text{mm}$ 以上とすると、この間隙は有効面積にならないばかり

(6)

か視覚的にも商品価値を下げてしまっていた。

さらにこのマスクのそりによる浮きをなくすため、マスクを300~500 μ から3~5mmと厚くすることが可能である。するとそりはなくなるが、厚さのため電極(3),(5)の形成の際端部が薄くなりかけになつてしまうという他の欠点が発生してしまつた。

これらのことより、連結部のマスク合せは低精度でよく、活性領域において実質的に高精度マスク合せを行ない得る全く新しい構造および製造方法に基づく光電変換装置が求められていた。

本発明はかかる求めに応じてなされたものであつて、以下に図面に従つてその詳細を記す。

第2図は本発明の光電変換装置の製造工程および装置を示すものである。

図面において基板は透光性基板(例えばガラス)を用いた。この図面は5つのセルを直列接続せしめた場合である。即ち本発明の光電変換装置は活性領域(10)と非活性領域(11)とを有し、活性領域のセルはすべてその下側の第1の電極と非単結晶半

(7)

ム蒸着法を用いて1500~2500 \AA の厚さに形成させた。

図面で(A)におけるA-A'、B-B'のたて断面図を(A-1)、(B-1)にそれぞれ対応して示してある。かかる図面においてマスクは(A)の非単結晶領域(11)における斜線領域のみであり、かつパターンも簡単であるため、マスクが本来基板から浮きにくい。加えてこのマスクは合せ精度が低くてもよく、多少基板(2)より浮いていても全くさしつかえないという特徴を有する。

次に第2図(B)に示す如く非単結晶半導体を活性領域(10)に形成させる。この時のマスクは斜線のみであり、単純なパターンである。第2図(B)のO-O'、D-D'のたて断面図を(B-1)、(B-2)に対応して示している。

かくして活性領域には(B-1)に示す如く基板(2)上にOTFよりなる第1の電極、光照射により光起電力を発生する非単結晶半導体(4)を形成させた。

この半導体(4)は例えば $\text{Bi}_2\text{Te}_{1-x}\text{Sb}_x$ ($0 < x < 1$ 一般には $x = 0.7 \sim 0.8$)のP型を約100 \AA の厚さに、さ

(9)

導体、さらに上側の第2の電極とがセルフレジストレーション(BG化)されており、概略同一形状に同一配置を有していた。

これは活性領域に第1の電極、半導体、第2の電極を全体に設けた後、一せいにこのすべてをレーザ光によりスクライプしたことによる。特にこのレーザ(ここではYAGレーザ)スクライプを透光性基板側よりマイクロコンピュータにより記憶され制御されたパターンに従つてスクライプを行なつた。その結果必然的にBG化が可能になつた。さらにレーザスポットが一般的に30~50 μ であるため(構造的には3 μ も可能であるが歩留りを考慮して焦点距離の比較的長い30 μ を用いた)その幅は10~300 μ 、また2.12/15 10~15 μ に設定された。

第2図(A),(A-1),(A-2)において、活性領域(10)および非活性領域の連結部用電極(6)を第1のマスクを用いて第1の透光性導電膜による電極(3)を基板(2)上に形成させた。

このOTFはITO(酸化スズを10%以下含有した酸化インジウム)または酸化スズを単層または多層に積層し形成している。一般には電子ビー

(10)

ムにI型の水素またはハロゲン元素が添加された珪素を主成分とする半導体を0.4~0.6 μ の厚さに、さらにN型の微結晶化した珪素を主成分とする半導体のPIN接合構造とした。もちろんこれをP($\text{Bi}_2\text{Te}_{1-x}\text{Sb}_x$ $x = 0.7 \sim 0.8$)—I($\text{Bi}_2\text{Te}_{1-x}\text{Sb}_x$)—N(μOSi)—P($\text{Bi}_2\text{Te}_{1-x}\text{Sb}_x$ $x = 0.7 \sim 0.8$)—I($\text{Bi}_2\text{Ge}_{1-x}\text{Te}_x$ $x = 0.6 \sim 0.8$)—N(μOSi)といったPINPIN構造のタンデム構造としてもよい。

次に第3のマスクを用いて第2図(D)のパターンを形成させた。第2図(D)のE-E'、F-F'に対応したたて断面図を(D-1)、(D-2)に示している。この図面より明らかな如く、下側の連結部の電極(6)と上側の連結部の電極(7)がオーム接触をして連結部(8)を構成している。この状態においては活性領域は単一の積層構造を構成しているのみであり、(D-1)のたて断面図より明らかな如く、半導体(4)上に第2の電極(6)が形成されているにすぎない。この第2の電極はITOを900~1500 \AA 例えば1050 \AA の厚さに設け、さらに珪素またはクロム、チタンが添加されたアルミニウムを主成分とする金属を

(10)

1000~2000Åの厚さに形成させた。もちろん信頼性を重視しない場合はITOを除去してもよい。またこの電極はITOのみでも十分であつた。

裏面電極の反射光を利用して特性改良を計るには、前記したITO+Alが好ましかつた。信頼性の向上はさらにITOのみが好ましかつた。それは裏面電極の金属と半導体とが反応しやすいためである。

この後第2図(B)においてレーザスクライブ(20)を行なつた。これはYAGレーザ(波長約1μ)をガラス基板側より平均出力3~5Wとし、ビーム径30~50 μm、走査スピード1~10m/分一般には3m/分として行なつた。

かくして第2図(D)のG-G', H-H', I-I', J-J'に対応して第2図(D-1), (D-2), (D-3), (D-4)を有せしめることができた。

この図面で明らかな如く、透光性基板(2)上に第1の電極(3)、半導体(4)、第2の電極(6)が巾10~300μ好ましくは30~100μのスクライブライン(4)により概略同一形状に同一配置を有して設けら

(1)

これは各セル間のスクライブ(4)のみでなく、各光電変換装置間のスクライブ(4)に対しても全く同様に応用が可能であつた。

その結果この図面より明らかな如く、この光電変換装置は例えば図面に示される如く、1.5cm×5.4cmの活性領域と5mm×5.4cmの非活性領域を有する1つの光電変換装置を120cm×5.4cmの大きさのガラス基板上に1つ作るのではなく、20cm×40cmまたは20cm×60cmまたは40cm×120cmの大きなガラス板に一度に多数の光電変換装置を作ることが可能である。そして最後にこれらを1つずつの光電変換装置に分割すればよいことがわかる。

もちろん大面積の同一基板上に多数(100~1000個)の光電変換装置を作製し、最後に分割することは第1図の従来例においても不可能ではない。しかしかかる場合はマスクが高度の合せ精度を要求したり、またマスクの基板との浮きが発生することがきわめてきわまれるため、従来方法においてはおのずからの限界がある。

(1)

れている。

第2図(D)~(D-4)において、これらの上面に有機樹脂(例えばシリコン、エポキシまたはポリイミド)を1~20μの厚さにコーティングして完成させている。この(D)のレーザスクライブ工程はガラス側より行なうことは本発明の他の特徴である。それはレーザ照射により加熱されて外部に噴出する如くにして飛び散らせてスクライブすることにより、薄膜状の第1および第2の電極が互いにショートまたはリークするのを防ぐためである。

このレーザ光を逆に図面で上方より照射することによつて第2の電極をレーザアニールをし、第1の電極と半導体中を蒸発拡散してショートしてしまい、全くの使用に耐えないことが本発明人により実験的に判明している。

即ち本発明は透光性のある程度の耐熱性の基板例えばガラス基板を用いることにより、このガラス基板側よりレーザ光を照射して初めて可能となる。その結果スクライブ巾を10~300μ好ましくは30~100μと肉眼では観察不可能な巾となり、

(2)

(A), (B), (C), (D)の各図を参照

第3図は第2図(A), (B), (C), (D)に対応して大面積のパターンの概要を示している。

図面において、主領域は(30)・・・(30')がそれぞれ独立した光電変換装置を示す。活性領域は(10), (10')であり、非活性領域(11)と帯状にきわめて単純に設けられている。このためこの帯状のラフ(ルーズ)な単に隣り合つたセルと連結するためにだけマスクを用いるため、この合せ精度はゆるくてもよく、量産はきわめて容易である。

また第2図(D)において明らかな如く、セルの有効面積は活性領域のうちの10~300μ巾のきわめてわずかな部分を除いて有効であり、実効面積は95±2%以上を得ることができ、従来例の80±30%に比べ本発明構造は格段にすぐれたものである。

以上のことより、本発明は①大面積化をして最終的に各光電変換装置に分割すればよいため、従来よりも1/3~1/5の価格での製造が可能である②活性領域がセルフレジストレーション方式のためセルの有効効率が高くかつそのバラツキが少ない③マスクの高い合せ精度を必要としないため製

進歩留りが高い④各セル間のスクライブラインがセルフレジストレーションであり、かつレーザビームスポット径も変更して、従来の1~1.5 mmよりその1/10~1/50の10~300 μ 好ましくは30~100 μ とすることができた。その結果肉眼によりハイブリッド化を確認させず、高付加価値を与えることができた⑤マスクの浮きによるセルの周辺部でボケが発生することがなく、従来例の周辺部のふといにじ構造がみられなくなり、高付加価値を与えた、等多くの特徴を有している。

以上の説明は本発明の第2図第3図のパターンには限定されない。セルの枚、大きさはその設計仕様によつて定められるものである。また半導体はプラズマOVD法または減圧OVD法を用いた。非単結晶シリコンを主成分とするPIN接合、ヘテロ接合、タンデム接合のみに限らず多くの構造への応用が可能である。

4.図面の簡単な説明

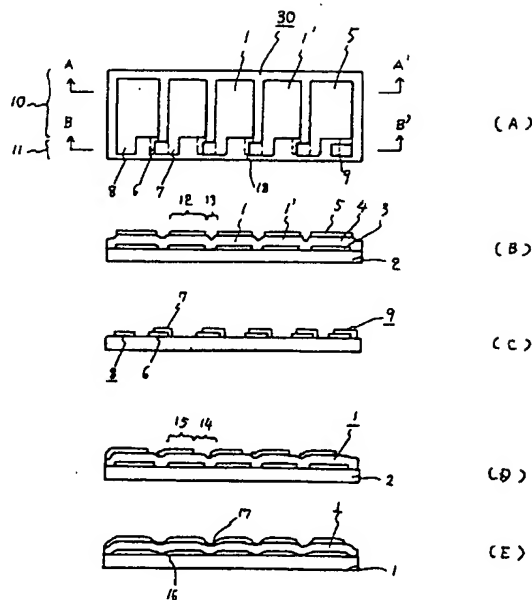
第1図は従来の光電変換装置のたて断面図である。

第2図、第3図は本発明の光電変換装置の平面図およびたて断面図を製造工程に従つて示したものである。

特許出願人

株式会社半導体エネルギー研究所

代表者 山崎 舜



第1図

